

RIWAYAT HIDUP



Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc. M.Si. lahir pada tanggal 25 Agustus 1959 di kota Padangpanjang Sumatera Barat. Tahun 1982 menyelesaikan pendidikan tinggi teknik dan manajemen industri, tahun 1983 menjadi Pegawai Negeri Sipil pada Kementerian Pertahanan yang ditugaskan sebagai Dosen Tetap di UPN "Veteran" Jakarta (sejak tahun 2015 menjadi Dosen PNS di Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi). Pada tahun 1998 menyelesaikan pendidikan pascasarjana pada Program Magister Sains Ilmu Lingkungan di Universitas Indonesia, dan pada tahun 2008 menyelesaikan pendidikan Doktor bidang Ilmu Lingkungan di Universitas Indonesia.

Pendidikan tambahan yang pernah diikuti antara lain Kursus Pengembangan Teknologi bidang Desain dan Industri, Pengembangan Manajemen Industri, Kursus Amdal Tipe A dan Tipe B (penyusun Amdal) serta Sertifikat Audit Lingkungan.

Pada tahun 2008 penulis memperoleh Sertifikat Dosen Professional Bidang Teknik dan Manajemen Industri dari Kementerian Pendidikan Nasional. Pada tahun 2012 ditunjuk oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sebagai Dosen Asesor untuk Beban Kinerja Dosen bidang Teknik dan Manajemen Industri. Sejak tahun 1986 Penulis telah menulis 14 (empatbelas) buah buku yaitu: 1) Buku Teknologi dan Material Tekstil Ramah Lingkungan, 2) Buku Teknologi Garmen, 3) Buku Prosedur Pengendalian Mutu Garment, 4) Buku Ekologi yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan Nasional Universitas Terbuka, 5) Buku Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah yang diterbitkan oleh Kementerian Dalam Negeri-Lembaga Administrasi Negara, 6) Buku Ilmu Pengetahuan Lingkungan, 7) Buku Manajemen Ekologi Industri yang diterbitkan di UI. Press, 8) *Apparel Handbook for Garment Companies and Education Institutes*, 9) Buku Monitoring, Pengendalian Mutu dan Penjaminan Mutu Produk Industri Garment, 10) Buku Analisis Kualitas Lingkungan, 11) Buku Studi Kelayakan Lingkungan, 12) Buku Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Industri, dan 13) Buku *Sustainable Manufacturing*, 14) Buku Rancang Bangun Model Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Saat ini penulis telah memperoleh 5 (lima) Hak Kekayaan Intelektual (HAKI) dibidang penulisan 5 (lima) buku teks pelajaran untuk pendidikan tinggi. Sejak tahun 1990 hingga sekarang Penulis aktif menulis di berbagai Jurnal Ilmiah diantaranya Jurnal Bina Widya, Jurnal Bina Teknik, Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi (JMST) Universitas Terbuka, dan Jurnal Pusat Studi Lingkungan Perguruan Tinggi Seluruh Indonesia, Lingkungan & Pembangunan Universitas Indonesia, dan telah menghasilkan tulisan ilmiah lebih dari 50 topik yang telah diterbitkan di berbagai jurnal lembaga perguruan tinggi.

Sampai saat ini Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar pada Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia (Sekolah Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia = SIL-UI), pengajar tetap pada Fakultas Teknik dan Fakultas Ilmu Kesehatan UPN "Veteran" Jakarta, tenaga pengajar senior pada *International Garment Training Center*, dan sebagai tenaga ahli peneliti bidang Ekologi Industri pada Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan Hidup Program Pascasarjana Universitas Indonesia (PPSML PPS-UI). Profesi peneliti bidang lingkungan hidup telah dilakukan pada berbagai proyek kajian bidang lingkungan hidup pada berbagai kegiatan pembangunan daerah di seluruh Indonesia, termasuk penelitian bekerjasama dengan lembaga internasional seperti GTZ, GIZ, Swisscontact dan Konsorsium *Mott MacDonald Limited* yang dilakukan dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup serta ekologi industri di Indonesia



**Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta**

Jl. R.S. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan 12450

Telp./Fax. 021-7656971 Ext. 234

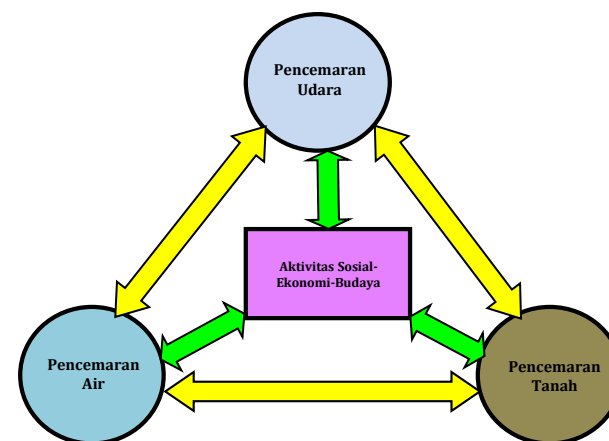
e-mail: lppm@upnvj.ac.id

Reda Rizal

Analisis Kualitas Lingkungan

Analisis Kualitas Lingkungan

Reda Rizal



Trilobal Pencemaran Lingkungan



**Buku Ajar Analisis Kualitas Lingkungan
Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Ilmu Kesehatan UPN "Veteran" Jakarta
Edisi 4 - Tahun-2017**

Analisis Kualitas Lingkungan

Reda Rizal

**Buku Ajar Analisis Kualitas Lingkungan
Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan UPN “Veteran” Jakarta
Tahun-2017**



**Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta**

Tahun 2017

Reda Rizal

Analisis Kualitas Lingkungan/Reda Rizal.

--Jakarta: Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta (LPPM UPNVJ), 2017.

viii, 339 hlm: 21 cm

Bibliografi hlm. 340

ISBN 978-602-19087-6-1

1. Analisis Kualitas Lingkungan. I. Judul

© Hak pengarang dan penerbit dilindungi Undang-Undang
Cetakan Pertama, 2014
Edisi kedua, 2015
Edisi ketiga, 2016
Edisi keempat, 2017

Pengarang: Reda Rizal
Dicetak oleh: Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta
Jl. R.S. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan 12450
Telp./Fax. 021-7656971 Ext. 234
e-mail: lppm@upnvj.ac.id

KATA PENGANTAR

Pembangunan berkelanjutan di semua bidang dapat dimaknai sebagai membangun saat ini dengan fokus memperhatikan kepentingan generasi mendatang, kondisi kualitas lingkungan hari ini yang kita nikmati harus dapat pula dinikmati oleh generasi mendatang. Pendayagunaan sumber daya alam pada kegiatan pembangunan sebagai esensi kemakmuran rakyat dilaksanakan secara bertanggung jawab, sesuai dengan kemampuan daya dukungnya dengan mengutamakan sebesar-besar bagi kemakmuran rakyat serta memperhatikan kelestarian fungsi dan keseimbangan lingkungan hidup bagi kegiatan pembangunan secara berkelanjutan.

Buku Analisis Kualitas Lingkungan akan memberikan pengetahuan secara umum kepada masyarakat tentang: potret lingkungan hidup di Indonesia; bagaimana kualitas lingkungan hidup seharusnya ada; bagaimana menilai dan mengukur kualitas lingkungan hidup pada aspek fisik-kimia, aspek biologi, aspek social-ekonomi dan budaya masyarakat; bagaimana analisis fenomena alam terkait kualitas lingkungan; membahas terminologi faktor kualitas lingkungan hidup; membahas bagaimana mekanisme pencemaran lingkungan hidup dapat terjadi; membahas berbagai metode atau cara menganalisis kualitas lingkungan; membahas tentang faktor kualitas udara; kualitas air; biologi perairan; dan membahas kasus pencemaran oleh kegiatan industri.

Analisis kualitas lingkungan hidup yang dibahas dalam buku ini secara umum dilakukan terhadap tiga komponen lingkungan hidup yang lazim digunakan untuk menilai kualitas lingkungan kehidupan manusia dengan tidak mengabaikan kualitas biota lain selain manusia itu sendiri. Hal ini dimaksudkan agar pembaca mampu menganalisis kualitas lingkungan hidup yang disajikan berkaitan dengan aspek kesehatan manusia secara individu, kesehatan masyarakat secara berkelompok dan kesehatan lingkungan yang akan menopang kualitas lingkungan perikehidupan secara menyeluruh.

Beberapa metode analisis kualitas lingkungan yang jarang

digunakan dan terlupakan oleh para ahli lingkungan, namun dalam buku ini lebih lugas dibahas antara lain adalah; menggunakan metode analisis metabolisme kegiatan, metode analisis daya dukung dan daya tampung lingkungan, metode analisis entropy kegiatan, metode analisis rantai makanan, dan metode analisis keefisiensi.

Isi buku ini jauh dari kesempurnaan sebagaimana makna Sunatullah, bahwa tidak ada sesuatu apapun di dunia ini yang sempurna selain kesempurnaan Allah subhana wata'ala. Kritik dan saran pembaca, penulis harapkan guna meminimumkan ketidaksempurnaan (*entropy*) tulisan buku ini di masa datang.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang dapat memanfaatkan seluruh isi buku ini.

Kota Tangsel, Januari 2017

Penulis

Reda Rizal

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
Potret Lingkungan Hidup di Indonesia	1
Pembangunan Berkelanjutan	8
Dasar Teori Ilmu Lingkungan	14
Kualitas Lingkungan Hidup	30
Terminologi Faktor Kualitas Lingkungan Hidup	48
Analisis Fenomena Alam dan Kualitas Lingkungan Hidup	54
Mekanisme Terjadinya Pencemaran Lingkungan Hidup	62
Beberapa Metode Analisis Kualitas Lingkungan Hidup	74
Metode Analisis Metabolisme Kegiatan	75
Metode Analisis <i>Entropy</i>	91
Metode Analisis Kuantitatif-Matematik	93
Metode Analisis Kualitatif	100
Metode Analisis Kausal	102
Metode Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup	106
Metode Analisis Tematik	119
Metode Analisis Rantai Makanan dan Jejaring Makanan	122
Metode Analisis Laboratorium dan Baku Mutu Lingkungan	128
Metode Analisis Penilaian Para Ahli	131
Metode Analisis Analogi	133
Metode Analisis Ekoefisiensi	135
Analisis Kualitas Udara	149
Analisis Kualitas Air	199
Analisis Kualitas Tanah	233
Analisis Biologi Perairan	244
Analisis Lingkungan Sosial Ekonomi dan Budaya	257
Kesehatan Masyarakat dan Kesehatan Lingkungan	263
Analisis Dampak Pencemaran Air oleh Kegiatan Industri	271
Monitoring dan Analisis Kualitas Lingkungan Kegiatan Industri	300
Pembangkit Listrik Tenaga Uap	
Kuis	325
Daftar Pustaka	329
Glosarium	332
Indeks	337

Daftar Gambar

Gambar 1.	Penebangan Liar dan Bencana Air Bandang	2
Gambar 2.	Banjir dan Sampah di Kota Jakarta	3
Gambar 3.	Kemacetan Lalulintas di Kota Jakarta	4
Gambar 4.	Sungai Penuh Sampah dan Pencemaran Udara	5
Gambar 5.	Kebakaran Hutan dan Kekeringan	5
Gambar 6.	Tiga Pilar Pembangunan Berkelanjutan	9
Gambar 7.	Ruang Lingkup Ilmu Lingkungan	22
Gambar 8.	Rumah Rubuh Karena Bangunan Rumah Berdiri di Kemiringan Lahan $>45^{\circ}$ dan Pengaruh Getaran Gempa Bumi	39
Gambar 9.	Aliran Energi dan Siklus Materi	59
Gambar 10.	Trilobal Pencemaran Lingkungan Hidup	62
Gambar 11.	Pencemaran Tanah oleh Sampah	71
Gambar 12.	Analisis <i>Input</i> , Proses, <i>Output</i> Kesehatan Balita	77
Gambar 13.	Analisis Metabolisme Kegiatan Rumah Sakit	79
Gambar 14.	Analisis Diagram <i>Input</i> , Proses, <i>Output</i> dan Entropy di Rumah Sakit	81
Gambar 15.	Analisis Diagram Tulang Ikan	103
Gambar 16.	Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Menggunakan Teori Metabolisme Kegiatan	107
Gambar 17.	Kurva Sigmoid Daya Dukung Lingkungan	112
Gambar 18.	Ekosistem Padang Rumput Pengembalaan Domba	114
Gambar 19.	Obyek Wisata Alam Sungai di Perkotaan	115
Gambar 20.	Model Analisis Daya Dukung Lingkungan	116
Gambar 21.	Metode Analisis Tematik	120
Gambar 22.	Rantai Makanan	123
Gambar 23.	Kerangka Konsep Perubahan Paradigma Ekologi Kegiatan Industri Rumah Sakit	137
Gambar 24.	<i>From Cradle to Grave Theory</i>	144
Gambar 25.	Implementasi Teori <i>From Cradle to Grave</i>	146
Gambar 26.	Alir Material Dalam Analisis <i>Cradle to Grave</i>	146
Gambar 27.	Lapisan Kulit Bumi dan Gas di Udara	149
Gambar 28.	Peristiwa Pencemaran Udara Ambient dari Berbagai Emisi	154
Gambar 29.	Manajemen Pengendalian Zat Pencemar Udara	155
Gambar 30.	Kegiatan Sampling Kualitas Udara Ambien	174
Gambar 31.	Proses Terbentuknya Hujan Asam	175
Gambar 32.	Proses Kerusakan Ozon oleh Khlorin	176
Gambar 33.	Lubang Ozon	177

Reda Rizal, 2017. Analisis Kualitas Lingkungan

Gambar 34.	Peristiwa Terjadinya Efek Rumah Kaca	178
Gambar 35.	Kegiatan Sampling Kualitas Udara Ambient	179
Gambar 36.	Grafik baku tingkat Getaran untuk Kenyamanan dan Kesehatan	185
Gambar 37.	Grafik Baku Tingkat Getaran Mekanik Berdasarkan Dampak Kerusakan	187
Gambar 38.	Batuk - Demam dan Daya Tahan Tubuh Menurun Dapat Disebabkan Udara Tercemar	193
Gambar 39.	Sampling Kualitas Air Sumur	207
Gambar 40.	Sampling Kualitas Air Laut	227
Gambar 41.	Sampling Kualitas Air Tambak	232
Gambar 42.	Proses Produksi Listrik pada Industri PLTU	300
Gambar 43.	Konsentrasi Sebaran Sulfur Dioksida di Udara Ambien Tapak Kegiatan PLTU	310
Gambar 44.	Konsentrasi Sebaran Sulfur Dioksida di Permukiman Penduduk Sekitar Tapak Kegiatan PLTU	311
Gambar 45.	Konsentrasi Sebaran Nitrogen Dioksida di Tapak Kegiatan PLTU	312
Gambar 46.	Konsentrasi Sebaran Nitrogen Dioksida di Permukiman Penduduk Sekitar Tapak Kegiatan PLTU	313
Gambar 47.	Konsentrasi Sebaran Karbon Monoksida di Tapak Kegiatan PLTU	314
Gambar 48.	Konsentrasi Sebaran Karbon Monoksida di Permukiman Penduduk Sekitar Tapak Kegiatan PLTU	315
Gambar 49.	Konsentrasi Sebaran Hidro Karbon di Tapak Kegiatan PLTU	316
Gambar 50.	Konsentrasi Sebaran Hidro Karbon di Permukiman Penduduk Sekitar Tapak Kegiatan PLTU	317
Gambar 51.	Konsentrasi Sebaran Debu (TSP) di Tapak Kegiatan PLTU	318
Gambar 52.	Konsentrasi Sebaran Debu (TSP) di Permukiman Penduduk Sekitar Tapak Kegiatan PLTU	319
Gambar 53.	Konsentrasi Sebaran PM ₁₀ (Partikel < 10 µm) di Tapak Kegiatan PLTU	320
Gambar 54.	Konsentrasi Sebaran PM _{2,5} (Partikel < 2,5 µm) di Tapak Kegiatan PLTU	321
Gambar 55.	Konsentrasi Sebaran Pb (Timbal) di Tapak Kegiatan PLTU	322
Gambar 56.	Trend Sebaran Pencemar Udara Ambien Kegiatan PLTU	323

Gambar 57. Kawanan Singa Sedang Memangsa dan Aktivitas Awak Kapal Penangkap Ikan	326
---	-----

Daftar Tabel

Tabel 1.	Perhitungan Besaran Emisi Kendaraan Bermotor	95
Tabel 2.	Perkiraan Peningkatan Konsentrasi Pencemar Udara	95
Tabel 3.	Metode Pembobotan dan Nilai Parameter	129
Tabel 4.	Metode Penilaian Tingkat Kualitas Air	130
Tabel 5.	Komponen Gas di Udara Bersih	150
Tabel 6.	Parameter Pencemar Hasil Pembakaran Berbagai Jenis Energi	157
Tabel 7.	Karakteristik Zat Pencemar di Udara	158
Tabel 8.	Metode Sampling dan Analisis Kualitas Udara Ambien	160
Tabel 9.	Baku Mutu Udara Ambien dan Tingkat Kebauan	161
Tabel 10.	Baku Mutu Kualitas Udara Emisi Cerobong Asap	162
Tabel 11.	Baku Mutu Emisi Untuk Industri Besi dan Baja	163
Tabel 12.	Baku Mutu Emisi Untuk Industri Pulp dan Kertas	164
Tabel 13.	Baku Mutu Emisi Untuk Kegiatan PLTU yang Menggunakan Bahan Bakar Batubara	165
Tabel 14.	Baku Mutu Emisi Untuk Industri Semen	166
Tabel 15.	Dampak Pencemaran Udara Pada Kesehatan Masyarakat	167
Tabel 16.	Baku Tingkat Getaran Untuk Kenyamanan dan Kesehatan	184
Tabel 17.	Baku Tingkat Getaran Mekanik Berdasarkan Dampak Kerusakan	186
Tabel 18.	Baku Tingkat Getaran Mekanik Berdasarkan Jenis Banguna	188
Tabel 19.	Baku Tingkat Getaran Kejut	188
Tabel 20.	Contoh Hasil Pengukuran Kualitas Udara di Ruang Kerja Kantor	196
Tabel 21.	Contoh Hasil Pengukuran Kualitas Pencahayaan di Dalam Ruang Kantor	197
Tabel 22.	Intensitas Cahaya di Ruang Kerja Perkantoran dan Industri	198
Tabel 23.	Jumlah dan Bentuk Air di Planet Bumi	200
Tabel 24.	Metode Analisis Data Kualitas Air	202
Tabel 25.	Metode Analisis Kualitas Air Permukaan	202
Tabel 26.	Metode Analisis Kualitas Air Tanah	206
Tabel 27.	Dampak Negatif Parameter Pencemar Air	208
Tabel 28.	Kategori <i>Stressor</i> Air	214
Tabel 29.	Indikasi Kualitas Air	214
Tabel 30.	Hasil Pemantauan Kualitas Air Limbah Kantin dan Restoran	216

Reda Rizal, 2017. Analisis Kualitas Lingkungan

Tabel 31.	Baku Mutu Kualitas Air Laut dan Metode Analisis	226
Tabel 32.	Contoh Hasil Pengujian Kualitas Air Laut	229
Tabel 33.	Baku Mutu dan Metode Analisis Kualitas Air Tambak	231
Tabel 34.	Kriteria Baku Kerusakan Tanah Akibat Erosi Air	234
Tabel 35.	Kriteria Baku Kerusakan Tanah di Lahan Kering	235
Tabel 36.	Kriteria Baku Kerusakan Tanah di Lahan Basah	236
Tabel 37.	Komposisi Plankton	244
Tabel 38.	Komposisi ZooPlankton	248
Tabel 39.	Komposisi Benthos	249
Tabel 40.	Komponen dan Parameter Kualitas Lingkungan Sosial Ekonomi dan Budaya Masyarakat	259
Tabel 41.	Metode Pengumpulan dan Analisis Data Sosial Ekonomi dan Budaya	262
Tabel 42.	Parameter dan Teknik Pengumpulan Data Kesehatan Masyarakat dan Lingkungan	266
Tabel 43.	Parameter dan Analisis Data Kesehatan Masyarakat dan Lingkungan	268
Tabel 44.	Persyaratan Kualitas Air Tambak	279
Tabel 45.	Hasil Pemantauan Kualitas Udara Ambien PLTU	309

Potret Lingkungan Hidup Indonesia

Sumber daya alam dan lingkungan hidup adalah wujud dari ekosistem dimana di dalamnya terdapat manusia yang memanfaatkan sumber daya alam tersebut untuk keperluan kehidupannya. Berdasarkan atas ukuran waktu hidup manusia, maka keberadaan sumberdaya alam dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu sumber daya alam yang dapat diperbarui (*renewable resources*) dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (*non-renewable resources*). Sedangkan berdasarkan atas ukuran waktu alam, maka sesungguhnya seluruh sumberdaya alam yang terdapat di alam dan bumi ini dapat menjadi pulih kembali ke keadaan semula sesuai kurun waktu yang diperlukan oleh masing-masing kelompok dan jenis sumber daya alam itu sendiri untuk dapat melakukan pemulihan dirinya sendiri (*self recovery*).

Ciri khas sumberdaya alam dan lingkungan di Indonesia adalah terdapatnya berbagai ragam ekosistem yang mampu menopang perikehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pendayagunaan sumber daya alam sebagai esensi kemakmuran rakyat dilaksanakan secara bertanggung jawab dan sesuai dengan kemampuan daya dukungnya dengan mengutamakan sebesar-besar kemakmuran rakyat serta memperhatikan kelestarian fungsi dan keseimbangan lingkungan hidup bagi pembangunan yang berkelanjutan. Tata ruang nasional yang berwawasan nusantara dijadikan pedoman bagi perencanaan pembangunan agar penataan lingkungan hidup dan pemanfaatan sumber daya alam dapat dilakukan secara aman, tertib, efisien dan efektif.

Dalam rangka desentralisasi pengelolaan lingkungan hidup maka diperlukan penataan bidang keahlian pengelolaan lingkungan melalui; perlindungan lingkungan, penataan lingkungan, pentaatan hukum lingkungan, komunikasi lingkungan dan pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan

Pembangunan Berkelanjutan

Doktor Brundtland (1978) mantan Direktur Jenderal WHO dan mantan Perdana Menteri Norwegia mendefinisikan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) sebagai upaya-upaya yang dilakukan dalam kegiatan pembangunan di semua bidang dengan fokus pemenuhan kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi yang akan datang dalam memenuhi kebutuhannya. Kebutuhan untuk pembangunan berkelanjutan menjadi terasa setelah dipublikasikannya buku laporan penelitian "*The Limits of Growth*". Publikasi laporan penelitian ini mengungkapkan tentang adanya faktor-faktor keterbatasan/kelangkaan sumber daya alam (*resources scarcity*) dan adanya faktor emisi dari kegiatan pembangunan yang dapat mempengaruhi perkembangan pembangunan di abad 21. Agar proses-proses pembangunan berkelanjutan secara fisik dapat dilakukan dengan baik, maka Daly (1990) dalam Smith dan Ball (2012) mensyaratkan 3 (tiga) hal yang harus dilakukan yaitu; i) tingkat ekstraksi sumber daya alam tidak melebihi tingkat kemampuan regenerasi oleh alam, ii) emisi yang dihasilkan tidak melebihi kemampuan alam untuk menyerapnya secara alamiah, dan iii) kapasitas regenerasi sumber daya alam dan penyerapan faktor emisi harus dianggap sebagai modal alam. Apabila gagal memelihara ketiga hal tersebut di atas, maka pembangunan tersebut adalah tidak berkelanjutan. Kegiatan pembangunan yang dilaksanakan oleh masyarakat dunia saat sekarang ini tidak ada persyaratan tersebut yang terpenuhi (Smith dan Ball, 2012). Peter Ball (2010) dalam tulisannya menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan harus didasarkan pada prinsip pemenuhan kebutuhan generasi sekarang dengan mengkompromikan kemampuan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhannya (*sustainable development is based on the principle of meeting the needs of the current generation and compromising the ability of future generations to meet their needs*).

Dasar Teori Ilmu Lingkungan

Ilmu lingkungan (*environmental science*) adalah ilmu yang mempelajari kenyataan-kenyataan tentang lingkungan kehidupan, dan mengkaji bagaimana cara mengelola dan mengendalikan kegiatan-kegiatan manusia dalam ekosistem lingkungan hidup demi menjaga keberlangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia (tanpa kemiskinan) serta makhluk hidup lainnya.

Pasal 1 Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mendefinisikan lingkungan hidup sebagai kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum.

Pembangunan berkelanjutan adalah upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan.

Terdapat 7 (tujuh) teori mendasar yang melekat dalam ilmu lingkungan, yaitu:

Kualitas Lingkungan Hidup

Kualitas lingkungan hidup adalah kondisi dan keadaan unsur-unsur atau komponen-komponen lingkungan hidup, baik komponen biota maupun komponen abiotik yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan atau sesuai dengan standard mutu lingkungan.

Lingkungan hidup yang berkualitas dicirikan oleh keadaan dan kondisi unsur-unsur atau komponen-komponen lingkungan hidup yang saling berinteraksi (*interactive*), saling ketergantungan hidup satu sama lainnya (*interdependency*), hubungan antar unsur atau komponen lingkungan yang harmonis (*harmony*) selaras, berkemampuan untuk bertahan hidup dalam keberagaman (*diversity*), seluruh unsur-unsur atau komponen-komponen lingkungan melaksanakan tugas sesuai fungsinya masing-masing (*utility*), adanya arus informasi (*information*) yang dapat diperoleh dari kondisi lingkungan hidup untuk dapat dimanfaatkan sebagai ilmu pengetahuan, dan keadaan atau kondisi-kondisi ini harus diupayakan untuk dapat berlangsung secara berkelanjutan (*sustainability*).

Analisa atau analisis (*analyze*) menurut kamus bahasa Indonesia adalah kegiatan atau proses penyelidikan terhadap suatu keadaan, kondisi, peristiwa yang terjadi atau yang akan terjadi untuk mengetahui keadaan, kondisi, peristiwa sebenarnya (baik sebab maupun akibat). Sehingga dengan melakukan suatu analisis, maka yang melakukan analisis dapat menguraikan pokok permasalahan yang akan menimbulkan berbagai kemungkinan yang akan terjadi, dan memberikan solusi untuk memecahkan persoalan lingkungan hidup yang terjadi.

Kualitas atau mutu adalah kesesuaian antara suatu kondisi keadaan yang ada (*existing conditions*) dengan kondisi keadaan yang diinginkan atau kondisi yang diharapkan oleh pihak yang berkepentingan. Kualitas lingkungan hidup adalah kesesuaian

Terminologi Faktor Kualitas Lingkungan Hidup

Kualitas lingkungan hidup adalah kondisi dan keadaan unsur-unsur atau komponen-komponen lingkungan hidup, baik komponen biota maupun komponen abiotik yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan atau sesuai dengan standard mutu lingkungan.

Faktor kualitas lingkungan hidup adalah unsur atau komponen-komponen lingkungan hidup yang dapat mempengaruhi dan dipengaruhi oleh unsur atau komponen-komponen lingkungan hidup itu sendiri. Analisis kualitas lingkungan hidup memfokuskan bahasan pada aspek pengaruh kegiatan manusia terhadap kualitas komponen lingkungan hidup lainnya, seperti; kualitas air, kualitas udara, kualitas flora, kualitas fauna dan mikro-organisme.

Air adalah semua air yang terdapat di bumi yang berada di atas dan di bawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil. Pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan terhadap keseluruhan air di bumi sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukan-peruntukannya untuk menjamin agar kualitas air yang ada tetap dalam kondisi alamiahnya.

Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku. Baku (*standard*) mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air.

Analisis Fenomena Alam dan Kualitas Lingkungan Hidup

Memperhatikan fenomena alam lingkungan di Indonesia pada satu dekade terakhir, seperti gempa bumi, gunung meletus, banjir, kekeringan yang berkepanjangan di beberapa daerah Indonesia, tsunami di Aceh Nangroe Darrussalam, tanah longsor dan bencana alam lainnya merupakan fenomena alam yang diduga terkait dengan faktor aliran energi di bumi.

Sunatullah adalah hukum alam; di dalam berbagai buku literatur internasional maupun nasional menyebutnya sebagai hukum termodinamika (*thermodynamic law*) atau hukum alam yang mengatur tentang peristiwa energi.

Di dalam berbagai buku literatur internasional maupun nasional, para ahli membagi hukum termodinamika menjadi 2 (dua) prinsip hukum alam yaitu; hukum termodinamika I dan hukum termodinamika II.

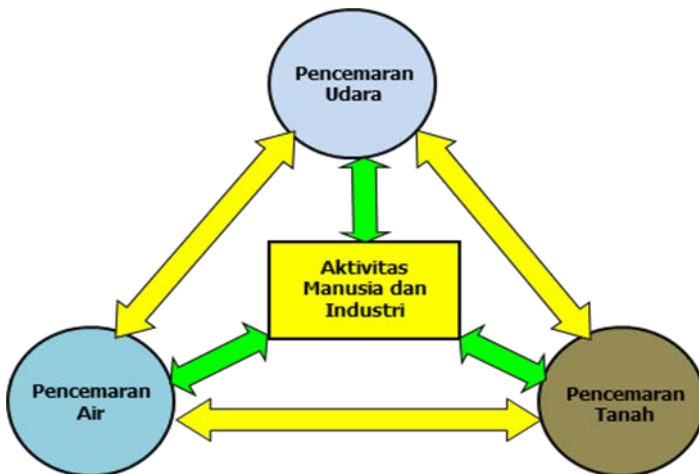
Bunyi hukum termodinamika I atau *Sunatullah pertama* adalah: “energi tidak dapat diciptakan dan energi tidak dapat dimusnahkan”, hal ini menegaskan kepada manusia bahwa yang dapat menciptakan dan yang dapat memusnahkan energi tersebut hanyalah Allah subhana wata’ala.

Sedangkan bunyi hukum termodinamika II atau *Sunatullah kedua* adalah: “peristiwa energi tidak pernah berlangsung sempurna dan setiap transformasi energi selalu terjadi *entropy* atau kerugian panas”, hal ini menegaskan kepada manusia bahwa “yang paling sempurna itu hanyalah Allah subhana wata’ala”.

Dengan demikian maka kejadian gempa bumi adalah peristiwa energi yang tidak sempurna yang dilepas ke lingkungan hidup

📖 Mekanisme Terjadinya Pencemaran Lingkungan Hidup

Secara teoritis pencemaran terhadap komponen lingkungan hidup pada dasarnya terjadi pada media udara, air, dan tanah. Proses kejadiannya bermula dari aktivitas kegiatan manusia dan industri. Kegiatan manusia dalam mengelola industri merupakan sumber utama pencemaran terhadap lingkungan hidup baik terhadap air, udara maupun terhadap tanah. Bagaimana mekanisme terjadinya proses pencemaran terhadap lingkungan hidup dapat dijelaskan pada skema trilobal pencemaran berikut.



Gambar 10. Trilobal Pencemaran Lingkungan Hidup

Gambar 10 menjelaskan analisis kasus pencemaran lingkungan hidup oleh sumber pencemar yang berasal dari segala bentuk aktivitas kegiatan manusia termasuk kegiatan manusia yang

Beberapa Metode Analisis Kualitas Lingkungan Hidup

Beberapa metode yang akan digunakan dalam menganalisis kualitas lingkungan hidup dalam buku ini antara lain menggunakan metode:

1. Metode analisis metabolisme kegiatan.
2. Metode analisis entropy.
3. Metode analisis kuantitatif-matematik.
4. Metode analisis kualitatif.
5. Metode analisis kausal.
6. Metode Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan.
7. Metode analisis tematik.
8. Metode analisis rantai makanan dan jejaring makanan.
9. Metode analisis laboratorium dan baku mutu lingkungan.
10. Metode penilaian oleh para ahli atau pakar disiplin ilmu tertentu.
11. Metode analogi
12. Metode analisis ekofisiensi.

Secara rinci dengan menggunakan contoh-contoh kasus pencemaran lingkungan hidup dan atau kasus pengungkapan kualitas lingkungan hidup dalam aspek kimia-fisik, biologi aspek social-ekonomi dan budaya, serta aspek kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Metode Analisis Metabolisme Kegiatan

Metode analisis metabolisme kegiatan akan membahas aspek siklus material input, proses, output dan entropi suatu kegiatan yang berdampak negatif terhadap kualitas kehidupan masyarakat dan kualitas lingkungan.

Pada pembahasan analisis metabolisme kegiatan ini akan mengambil contoh kasus pada aktivitas kegiatan seorang Ibu menyusui Bayinya. Analisis metabolisme pemberian ASI, cara menyusui dan mekanisme menyusui anak oleh ibu yang terkait dengan Kesehatan Balita yang disebut sebagai analisis *input-process-output-entropy* pada kesehatan Balita.

Secara teoritis konsep *input-process-output-entropy* pada aspek kesehatan Balita adalah sebagai berikut:

- Bila *input* makanan yang diberikan pada bayi berkualitas baik, maka dapat dihasilkan BALITA sehat.
- Bila proses-proses (*processing*) perlakuan, penanganan dan perawatan terhadap bayi dilakukan secara baik dan berkualitas, maka dapat dihasilkan BALITA sehat.
- Bila *output* (dalam bentuk gerakan tubuh yang aktif dan dinamis, maka dapat dihasilkan BALITA sehat.
- Bila tinja tidak terlalu banyak, tidak banyak muntah, tidak banyak keringat (*entropy minimum*), maka BALITA Sehat.

Apabila *input* makanan yang diberikan kepada bayi (BALITA) berkualitas baik maka bayi tersebut dapat dipastikan hidup sehat. Bila proses-proses pengolahan makanan atau proses pencernaan makanan pada tubuh bayi berkualitas baik maka bayi tersebut dapat dipastikan hidup sehat. Demikian pula apabila entropi atau limbah dan sekresi bayi berkualitas baik dengan jumlah minimum, maka bayi tersebut dapat dipastikan hidup sehat. Namun apabila salah satu dari ketiga aspek tersebut di atas berlangsung tidak baik atau tidak berkualitas

2. Metode Analisis Entropy

Kualitas lingkungan hidup dapat dinilai dari kerugian-kerugian yang terjadi ditimbulkan oleh suatu aktivitas kegiatan kehidupan masyarakat. Kerugian-kerugian yang timbul dari suatu kegiatan merupakan kerugian dalam bentuk energy yang dilepas ke lingkungan disebut sebagai entropy.

Entropy menurut hukum alam atau hukum termodinamika II adalah; bahwa peristiwa transformasi energy tidak pernah berlangsung sempurna 100%, tetapi pasti terdapat *energy-lost* sebagai *entropy* yang hilang diserap oleh alam. Pengertian entropy dalam konteks aktivitas kerja adalah “ketidaksempurnaan” proses transformasi energy dalam segala aktivitas kehidupan. Entropy merupakan ukuran keseragaman distribusi energi yang secara sederhana sering disebut sebagai ukuran sejumlah energi panas dalam sistem fisika yang tidak dapat digunakan untuk bekerja. Pada definisi ini dapat dipahami bahwa entropy adalah sejumlah energy yang hilang selama proses-proses penggunaan energi.

Entropy adalah kerugian energy (kerugian panas) yang timbul akibat sesuatu kegiatan yang menggunakan material dan/atau energy yang kemudian *entropy* tersebut dilepas/terlepas ke lingkungan. *Entropy* yang timbul sebagai kerugian dapat berupa *material useless* (limbah) dan atau *energy lost (pollutant)*.

Terminologi entropy diungkapkan pertama kali pada tahun 1865 oleh ahli fisika Jerman bernama *Rudolf Clausius*; berasal dari penggal kata “*en-*”, sebagai “*in*” dalam bahasa Inggris, dan penggal kata “*tropé*” yang dianalogikan sebagai energi.

Konsep entropi dalam ilmu panas merupakan sentral hukum termodinamika-II terkait dengan proses-proses fisika dan terjadi secara spontan. Secara umum hukum termodinamika-II

3. Metode Analisis Kuantitatif-Matematik

Metode analisis kuantitatif yang dapat diterapkan dalam menganalisis dan menilai kualitas lingkungan hidup dapat menggunakan model matematika maupun model statistika.

Metode analisis kuantitatif-matematik yang digunakan untuk memperkirakan dampak penurunan kualitas udara (konsentrasi polutan atau bahan pencemar udara) dari pengaruh kegiatan lalu lintas kendaraan bermotor di jalan raya dapat dihitung menggunakan rumus matematika sebagai berikut:

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{\pi u \sigma_z \sigma_y} \exp\left[\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right] \exp\left[\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right]$$

dimana :

$C(x,y,z)$ = konsentrasi polutan atau bahan pencemar udara (gram/m³)

Q = kekuatan emisi (gram/detik)

(x,y,z) = koordinat reseptor (m)

u = kecepatan angin rata-rata (m/s), 0,81 meter/detik

H = ketinggian sumber emisi (m), 0.5 meter

σ = standar deviasi

z = 1,5 m, dalam kasus ini dianggap 0 (*ground level*)

y = 0, tegak lurus terhadap titik sumber dan $\sigma_y \approx 1$

Besaran atau jumlah emisi yang timbul dapat dihitung dengan menggunakan model “sumber dan garis pencemaran” yang menggunakan rumus:

$$Q = n * q$$

dimana :

Q = besaran emisi (gram/detik).

4. Metode Analisis Kualitatif

Analisis Kualitatif adalah analisis yang menggunakan data kualitatif seperti “persepsi dan pendapat manusia atau masyarakat” dalam menilai kondisi suatu lingkungan dengan kalimat jawaban; bagus, baik, rusak, buruk, bau, kotor lestari, memuaskan, cantik, dan lain sebagainya.

Analisis Kualitatif umumnya menghasilkan data atau informasi kualitas lingkungan hidup yang bersifat “subyektif” yang belum tentu penilaiannya sama antara suatu masyarakat dengan masyarakat yang lainnya.

Metode analisis kualitatif yang dapat digunakan pada saat melakukan penelitian lingkungan adalah metode analisis kualitatif. Sebagai contoh adalah; kualitas air kotor dilihat secara kasat mata, kualitas udara buruk dilihat secara kasat mata. Air sungai (Kali Malang) berwarna cokelat dan kotor dikatakan tidak berkualitas, tetapi jika dianalisis melalui laboratorium menunjukkan air Kali Malang tersebut memenuhi baku mutu untuk Air Baku pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) DKI Jakarta atau PaliJa. Dalam konteks analisis kualitatif maka sesuatu komponen lingkungan hidup yang terkait dengan kesehatan manusia dapat saja dianalisis secara kualitatif, namun kesimpulannya harus bersifat sementara dan perlu pembuktian secara kuantitatif di laboratorium. Metode kuantitatif menganalisis kualitas lingkungan misalnya adalah dengan cara menghitung volume atau jumlah sampah yang dihasilkan oleh suatu kegiatan tertentu. Jumlah lalat yang terdapat pada bak sampah dapat dijadikan indikator kualitas lingkungan; dimana semakin banyak jumlah lalat maka kualitas lingkungan semakin buruk. Jumlah nyamuk, jumlah kecoa dan tikus dapat pula dijadikan sebagai salah satu faktor untuk dianalisis secara kuantitatif kualitas lingkungan hidup. Sehingga dengan mengetahui kuantitas hewan penyebar penyakit maka dapat

5. Metode Analisis Kausal

Analisis kausal adalah analisis sebab-akibat (*cause-effect analyze*) dari suatu peristiwa yang berdampak negative terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup. Analisis terhadap keadaan kualitas lingkungan kehidupan dapat kita lakukan menggunakan pendekatan sebab dan akibat. Metode analisis lingkungan sebab-akibat dapat dilakukan menggunakan sebuah matrik sebab akibat dan atau menggunakan bagan tulang ikan (*fishbone analysis*).

Metode kausal ini akan mendeskripsikan satu factor kualitas lingkungan (factor akibat) dari beberapa factor penyebab turunnya kualitas lingkungan berupa indicator penyebab pencemar. Parameter pencemar yang ada ditelusuri penyebab munculnya parameter pencemar tersebut dari sumber aktivitas kegiatan terdekat dengan lingkungan yang tercemar.

Meneliti kegiatan manusia sebagai penyebab terjadinya dampak negative terhadap kesehatan masyarakat dan kesehatan lingkungan (akibat). Berbagai jenis kegiatan masyarakat menjadi factor sebab (*factor X*) terjadinya dampak negative terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan sebagai akibat (*factor Y*).

6. Metode Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup

Daya Dukung Lingkungan Hidup

Hukum lingkungan tentang termodinamika (*thermo-dynamic law*) mengisyaratkan bahwa sesungguhnya lingkungan secara alami memiliki kemampuan untuk memulihkan keadaannya. Pemulihan keadaan ini merupakan suatu prinsip bahwa sesungguhnya lingkungan itu senantiasa arif menjaga keseimbangannya.

Sepanjang belum ada gangguan “paksa” maka apapun yang terjadi, lingkungan itu sendiri tetap bereaksi secara seimbang”. Namun, perlu ditetapkan daya dukung lingkungan untuk mengetahui kemampuan lingkungan menetralisasi parameter pencemar dalam rangka pemulihan kondisi lingkungan seperti semula.

Daya dukung (*carrying capacity*) adalah ukuran maksimum populasi jenis tertentu yang dapat disangga oleh suatu wilayah tanpa mengurangi kemampuannya dalam menyangga populasi jenis yang sama pada masa yang akan datang (Cohen 1996). Menurut Roughgarden 1979, daya dukung (*carrying capacity*) adalah ukuran jumlah sumberdaya yang dapat diperbarui (*renewable resources*) yang diperlukan untuk mendukung kehidupan sejumlah organisme di suatu lingkungan. Sedangkan menurut Pasal 1 Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya. Daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke

7. Metode Analisis Tematik

Analisis tematik adalah analisa terhadap kualitas lingkungan wilayah tertentu menggunakan tema-tema yang pernah dibahas atau diteliti oleh pihak lain. Data yang digunakan merupakan data sekunder, contoh; melakukan analisis berdasarkan tema (*theme*) yang dibahas pada berbagai kasus pencemaran lingkungan terkait dengan masalah pokok yang akan dianalisis. Metode ini dapat kita lakukan dengan cara mengumpulkan berbagai makalah hasil seminar yang membahas masalah pencemaran lingkungan di suatu tempat yang lokasinya belum tentu sama dengan lokasi lingkungan yang kita bahas. Hasil pembahasan selanjutnya dirangkum menjadi suatu isu utama lingkungan dan atau merupakan solusi mengatasi masalah lingkungan.

Cara lain yang dapat kita lakukan untuk menganalisis kualitas lingkungan adalah dengan cara mengumpulkan data sekunder tentang kondisi lingkungan tertentu, misalnya data SLHD (Status Lingkungan Hidup Daerah) pada daerah tertentu yaitu data berkala yang biasanya terdokumentasi setiap tahunnya oleh Pemerintah Daerah. Data SLHD dapat dijadikan bahan analisis untuk mengkaji kualitas lingkungan daerah tersebut, demikian pula pada daerah-daerah lainnya.

Meneliti aspek tema (*theme*) ataupun topic kegiatan masyarakat terkait dengan dampak negatifnya terhadap kesehatan masyarakat dan kesehatan lingkungan. Metode analisis tematik ini lebih menitik beratkan pada satu tema atau topic yang sedang hangat dibicarakan atau didiskusikan oleh berbagai pihak, dan pembahasan tema atau topic tersebut dikaitkan dengan faktor dampak negative terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan.

8. Metode Analisis Rantai Makanan dan Jejaring Makanan

Rantai makanan merupakan titik tahapan perpindahan energi yang terdapat dalam setiap makanan dari sumber daya tumbuhan melalui seri organisme ataupun melalui jejaring makanan yaitu, melalui; vegetasi, herbivora, karnivora, dan omnivora.

Pada setiap tahapan perpindahan energi, terdapat sekitar 80%–90% energi potensial hilang ke lingkungan sebagai panas atau entropy, oleh sebab itu tahapan-tahapan perpindahan energi dalam rantai makanan terbatas dan maksimum terjadi antara 4 dan atau 5 tahap saja. Dengan demikian maka, semakin pendek rantai makanan maka semakin besar pula energi yang tersedia di dalamnya. Terkait dengan faktor kesehatan manusia, maka jumlah energy terbesar dalam rantai makanan akan diperoleh bila kita memakan makanan yang mengandung energy besar yaitu melalui vegetasi. Dari teori ini dapat kita pahami bahwa jika kita membandingkan antara memakan daging kambing dengan memakan sayuran, maka energy terbesar akan kita peroleh bila kita memakan sayur-sayuran dan buah-buahan.

Secara garis besar terdapat **dua bentuk rantai makanan** dalam alam lingkungan kehidupan kita yaitu:

1. Rantai makanan yang terjadi melalui rerumputan (*grazing food chain*), misalnya dari tumbuhan vegetasi yang dimakan oleh organism golongan herbivore dan organisme herbivore dimakan oleh hewan karnivora, dan atau dari tumbuhan vegetasi yang dimakan oleh hokum122sm golongan omnivore seperti manusia.
2. Rantai makanan sisa (*detritus food chain*), misalnya dari organism yang telah mati dimakan oleh mikroorganisme (detrivora = pemakan sisa atau bangkai), dan melalui proses

9. Metode Analisis Laboratorium dan Baku Mutu Lingkungan

Kualitas lingkungan hidup wilayah tertentu dapat diindikasikan oleh kualitas air bersih, kualitas air tanah, kualitas air drainase, kualitas udara ambient, kualitas biologi lingkungan dan lain sebagainya. Analisis kualitas lingkungan dapat dilakukan dengan mengambil sampel kualitas air tersebut untuk kemudian diuji di laboratorium lingkungan (laboratorium terakreditasi). Parameter yang terukur pada hasil uji laboratorium dibandingkan dengan baku mutu kualitas air yang sesuai dengan peruntukannya.

Baku mutu lingkungan (BML) adalah standard mutu lingkungan (batas maksimum pencemar) yang ditetapkan melalui peraturan perundangan. Parameter BML menunjukkan jumlah atau kadar bahan pencemar yang boleh dilepas ke lingkungan ataupun batas kondisi maksimum pencemar yang dapat ditenggang sebagai kondisi kualitas lingkungan yang diputuskan atau ditetapkan berkualitas baik. Parameter BML juga dimaknai sebagai jumlah atau kadar zat pencemar yang dianggap dapat menimbulkan dampak negative terhadap kesehatan lingkungan.

Metode ini akan memperbandingan antara kualitas komponen lingkungan yang sedang diteliti dengan baku mutu lingkungan (BML) yang ditunjukkan oleh parameter-parameter yang tersedia baku mutunya. Sebagai contoh, hasil penelitian terhadap kualitas udara ambient di lingkungan yang ada dibandingkan dengan BML yang tercantum pada Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Contoh lain misalnya, hasil penelitian terhadap kualitas air sumur pada suatu lingkungan permukiman dibandingkan dengan BML yang tercantum pada Peraturan

10. Metode Analisis Penilaian Para Ahli

Metode analisis kualitas lingkungan dengan meminta pendapat para ahli dibidangnya masing-masing terkait dengan isu pokok lingkungan hidup yang sedang dikaji. Metode ini digunakan untuk memprakirakan dampak lingkungan yang akan terjadi berdasarkan atas pendapat para Pakar (para ahli dari berbagai disiplin ilmu) terhadap pengalamannya pada kegiatan yang sejenis atau kasus tematik sesuai bidang keahlian para pakar. Pada penggunaan metode penilaian oleh para ahli ini dilakukan untuk memprakirakan dampak yang akan terjadi dari suatu kegiatan terhadap parameter kualitas lingkungan hidup.

Sebagai contoh, dampak kegiatan proyek terhadap keresahan masyarakat ataupun dampak pada perubahan sikap dan persepsi masyarakat terhadap proyek. Pada kasus ini analisis kualitas lingkungan yang akan terjadi adalah dengan meminta pendapat kepada para ahli dibidang social-budaya masyarakat, bagaimana suatu kegiatan dapat mempengaruhi perubahan sikap dan persepsi masyarakat, dan kemungkinan dapat menimbulkan keresahan pada masyarakat. Ukuran kualitas lingkungan pada aspek social, keresahan dan persepsi negative masyarakat terhadap kegiatan yang dinilai antara lain adalah; semakin resah masyarakat maka semakin buruk kualitas lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan proyek. Semakin kearah negative tanggapan ataupun persepsi masyarakat terhadap kegiatan proyek, maka semakin buruk kualitas lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan proyek.

Contoh lain pada analisis penilaian oleh para ahli, misalnya bagaimana dampak kegiatan proyek terhadap peningkatan kesempatan kerja dan berusaha bagi masyarakat sekitar lokasi proyek. Pada kasus ini analisis kualitas lingkungan yang akan terjadi adalah dengan meminta pendapat kepada para ahli dibidang social-ekonomi masyarakat. Bagaimana suatu kegiatan

11. Metode Analisis Analogi

Metode analisis analogi merupakan suatu pendekatan analisis yang dilakukan terhadap parameter-parameter yang belum ada baku mutunya. Baku mutu lingkungan adalah suatu standard atau batas-batas toleransi penetapan status mutu lingkungan pada parameter tertentu, apakah lingkungan hidup berstatus kualitas baik atau berkualitas buruk.

Parameter kualitas lingkungan yang belum ada baku mutunya, maka penentuan kualitas lingkungan dapat dilakukan menggunakan metode analogi. Metode analogi menggunakan analisis terhadap penjelasan kasus-kasus tertentu yang parameternya mudah dimengerti secara umum, penjelasan kasus-kasus tersebut diberikan oleh ahli yang biasa membahas dan menjelaskan parameter tersebut. Penjelasan tentang kasus-kasus yang dianalogikan tersebut dapat digunakan informasinya untuk dibandingkan dan dianalisis dengan kegiatan sejenis di lokasi yang berbeda. Kualitas lingkungan ditentukan dari hasil analogi yang dijelaskan oleh para ahli, apakah kualitas lingkungan yang dianalisis berkualitas baik ataukah berkualitas buruk.

Sebagai contoh; hukum alam menyebutkan bahwa efisiensi proses transformasi materi dan atau energy tidak pernah 100 %, dan pada suatu kasus produksi gula dari bahan baku tebu, maka 100 kg pohon tebu tidak mungkin dapat menghasilkan 100 kg gula, tetapi berdasarkan informasi data produksi pabrik gula di Jawa Timur menunjukkan rata-rata efisiensi produksi gula dari pengolahan bahan baku tebu adalah 70%.

Analoginya adalah, pada suatu daerah tertentu yang memiliki pabrik gula berbahan baku tebu, maka paling tidak terdapat 30% material limbah yang harus dikelola oleh pengelola pabrik tersebut.

12. Metode Analisis Ekoefisiensi

Ekoefisiensi adalah efisiensi penggunaan sumber daya alam secara ekonomi dan secara ekologi oleh kegiatan industri. Kegiatan “Rumah Sakit” dapat dipandang sebagai sebuah industri karena dalam prakteknya, output yang dihasilkan oleh sebuah Rumah Sakit adalah “Manusia Sehat”. Ekoefisiensi merupakan daya guna yang dihitung dari perbandingan antara nilai *output* dan *input* dalam satuan persen (perbandingan berupa materi atau energi). Ekoefisiensi juga dapat berarti daya guna materi dan energi sebagai sumber daya yang digunakan pada proses penyehatan manusia (orang sakit) adalah menggunakan rumus matematis dinyatakan sebagai “ekoefisiensi = 1 – entropi”

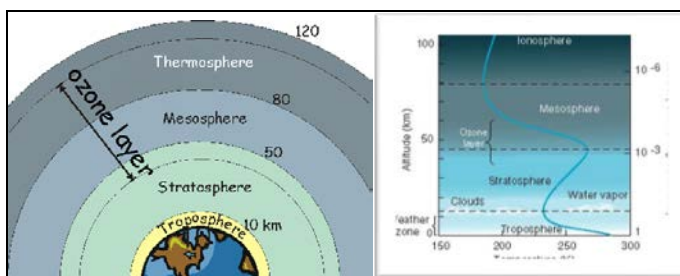
Terdapat berbagai cara untuk meningkatkan ekoefisiensi diantaranya dengan menerapkan praktek-praktek peningkatan efisiensi di segala bidang yaitu kegiatan produksi bersih dan produk bersih dengan cara memperkecil entropi; daur ulang materi; penggunaan material dan energi yang berkualitas dengan memperhatikan pula kualitas *input*, kualitas proses, kualitas produk (kesehatan masyarakat).

Efisiensi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Efisiensi materi (bahan baku), dimana penggunaan bahan baku yang efisien akan menurunkan beban limbah yang terjadi, karena limbah merupakan sisa/bagian dari bahan baku, produk setengah jadi maupun produk jadi (orang sakit dalam perawatan dan orang sakit langsung dapat dapat disembuhkan). Dengan cara meningkatkan efisiensi di segala bidang akan meningkatkan jumlah produk, dan *revenue* yang lebih tinggi (dalam hal ini efisiensi penyembuhan penyakit pasien, dan meningkatkan keuntungan operasional rumah sakit).
2. Efisiensi energi, konsumsi energi semakin meningkat akan meningkatkan biaya proses penanganan dan pengobatan

Analisis Kualitas Udara

Bumi diselimuti oleh atmosfer (*atmosphere*) berupa lapisan gas yang terbagi atas beberapa pada ruang yang berbeda, yaitu lapisan troposfer (*troposphere*), stratosfer (*stratosphere*), mesosfer (*mesosphere*), dan termosfer (*thermosphere*). Manusia hidup pada bagian lapisan paling bawah dari atmosfer bumi. Atmosfer merupakan lapisan gas yang menyelimuti bumi terbagi atas beberapa lapisan dengan kondisi suhu berbeda, yang merupakan hasil penyerapan energi matahari yang dipancarkan ke bumi.



Gambar 27. Lapisan Kulit Bumi dan Lapisan Gas di Udara

Lapisan troposfer memiliki 75 -80% massa udara yang membentang pada jarak antara 8 -17 km di atas permukaan bumi, dan massa udara pada umumnya tersusun atas beberapa gas, yaitu gas nitrogen sebanyak kurang lebih 78%, oksigen (21%), Argon, Karbon dioksida atau CO₂, Ne, He, CH₄ (methane) dan uap air (H₂O).

Analisis Kualitas Air

Air adalah salah satu komponen fisik-kimia lingkungan yang sangat penting untuk kehidupan organisme di planet bumi.

Permukaan bumi sebagian besar ditutupi oleh air ($\pm 71\%$) sehingga keberadaan air merupakan salah satu faktor sangat besar mempengaruhi iklim lingkungan kita. Setiap makhluk hidup dominan banyak membutuhkan air untuk peri kehidupannya, di dalam tubuh manusia paling sedikit terdapat $\pm 70\%$ molekul air dari berat total tubuh manusia.

Di planet bumi dimana manusia berada, terdapat sebanyak 97% dari total jumlah air yang ada merupakan air asin yang terdapat di laut, dan hanya sebanyak 3% air di bumi yang merupakan air tawar. Air tawar yang berjumlah 3% dari total jumlah air di bumi tersebut terdapat di danau, sungai, tanah, tumbuhan, manusia, dan sebagian besar lainnya berbentuk gunung es yang terdapat di kutub utara dan selatan serta di puncak-puncak gunung tinggi dunia.

Berdasarkan atas siklus hidrologi maka air di bumi selalu dalam keadaan berpindah-pindah yang biasa disebut sebagai “siklus hidrologi”. Air dari danau, sungai, permukaan tanah, dan dari laut akan menguap oleh pengaruh panas matahari, uap air yang terbentuk masuk ke dalam atmosfer bumi menjadi “awan”. Awan di atmosfer bergerak akibat perbedaan tekanan panas dan membentur daratan tinggi ataupun membentur puncak gunung akan menjadi “hujan”. Hujan turun membasahi permukaan bumi dan sebagian terserap oleh tumbuhan, mengalir kembali ke dalam tanah, ke sungai, ke danau dan ke laut.

Sumber air tawar yang terdapat di permukaan tanah adalah seperti di sungai, danau, air tanah dalam dan air tanah dangkal, di kutub dan di gunung berupa salju, serta air di atmosfer bumi berupa air hujan.

Analisis Kualitas Tanah

Tanah adalah salah satu komponen lahan, berupa lapisan teratas kerak bumi yang terdiri dari bahan mineral dan bahan organik serta mempunyai sifat fisik, kimia, biologi, dan mempunyai kemampuan menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Kerusakan tanah untuk produksi biomassa (vegetasi dan tanaman lainnya) adalah berubahnya sifat dasar tanah yang melampaui kriteria baku kerusakan tanah. Sedangkan biomassa adalah tumbuhan atau bagian-bagiannya yaitu bunga, biji, buah, daun, ranting, batang, dan akar, termasuk tanaman yang dihasilkan oleh kegiatan pertanian, perkebunan, dan hutan tanaman industri. Pengendalian kerusakan tanah adalah upaya pencegahan dan penanggulangan kerusakan tanah serta pemulihan kondisi kualitas tanah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 150 Tahun 2000, tentang Pengendalian Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa; dinyatakan pada Bab 2 Pasal 2 bahwa, penetapan kriteria baku kerusakan tanah untuk produksi biomassa, tidak termasuk biomassa dari kegiatan budi daya perikanan dan tata laksana pencegahan dan penanggulangan kerusakan tanah serta pemulihan kondisi tanah. Sedangkan pada Bab 2 Pasal 3 menyatakan bahwa PPRI 150/2000 bertujuan untuk mengendalikan kerusakan tanah untuk produksi biomassa.

Kriteria Baku Kerusakan Tanah

Berdasarkan PPRI 150/2000 tentang Pengendalian Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa, Bab 3 Pasal 4 bahwa kriteria baku kerusakan tanah untuk produksi biomassa meliputi; a) kriteria baku kerusakan tanah nasional; dan b) kriteria baku kerusakan tanah daerah.

Analisis Kualitas Biologi Perairan

Kualitas Plankton

Organisma plankton dan benthos merupakan organisme perairan yang mempunyai peran sangat besar terhadap kondisi suatu perairan. Peran tersebut tidak saja berkaitan dengan fungsinya sebagai strata atau tropik dasar dari jaring makanan di perairan, tetapi juga mempunyai peran terhadap perubahan lingkungan.

Berdasarkan sifat dan peran organisme plankton pada suatu perairan, maka organisme plankton kerap digunakan sebagai bio indikator terhadap kualitas lingkungan perairan. Nilai indeks keanekaragaman Simpson plankton diantara 0,6 - 0,8 merupakan kondisi atau ekosistem yang seimbang (stabil). Apabila sistem ini mendapat tekanan dari lingkungan, maka keseimbangan akan berubah sesuai perubahan yang terjadi.

Bila angka indeks lebih kecil dari angka tersebut di atas, maka kondisi lingkungan berada pada kondisi tidak stabil (mudah berubah).

Tabel 37. Komposisi Plankton

NO	INDIVIDU	P-1	P-2	P-3
	CHRYSTOPHYTA			
1	<i>Amphiprora sp.</i>		495	
2	<i>Amphora sp.</i>			495
3	<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	1485	990	990
4	<i>Bacteriastrium sp.</i>	990	495	495

Analisis Lingkungan Sosial Ekonomi dan Budaya

Lingkungan sosial ekonomi budaya masyarakat merupakan lingkungan yang terdiri atas berbagai jenis kelompok sosial dan jenis aktivitas kegiatan masyarakatnya serta kebudayaan yang muncul mencirikan kondisi kualitas suatu lingkungan kehidupan. Sejalan dengan hukum lingkungan (*environmental law*) yang telah dibahas pada bagian terdahulu menyebutkan bahwa, semakin beranekaragam komponen lingkungan hidup yang saling berinteraksi di dalam suatu lingkungan, maka semakin baik kualitas lingkungan tersebut.

Di Indonesia terdapat bermacam jenis kelompok sosial kemasyarakatan, misalnya kelompok masyarakat jawa, batak, minang, sunda dan lain sebagainya. Bila dalam suatu komunitas lingkungan permukiman misalnya terdapat hanya satu jenis kelompok masyarakat jawa saja, maka dapat kita bayangkan akan terjadi suatu keadaan sosial yang menjenuhkan, monoton dan hubungan sosial kekerabatan akan cenderung kurang harmonis satu sama lainnya. Akan tetapi bila dalam suatu komunitas terdapat keanekaragaman jenis kelompok masyarakat, maka semakin terasa baiknya kualitas hubungan sosial kehidupan satu sama lainnya.

Bila kita melihat suatu kelompok belajar di sekolah luar biasa "SLB" misalnya; kita menyaksikan seluruh murid-murid sekolah bentuk muka dan wajahnya mirip satu sama lainnya, maka kita dapat mengambil kesimpulan bahwa murid-murid sekolah luar biasa "SLB" tersebut adalah komunitas masyarakat yang kualitasnya kurang baik. Sebaliknya, bila kita melihat suatu sekolah internasional misalnya; terdapat murid berkulit hitam legam, murid berkulit putih, murid berambut keriting, murid berambut lurus, murid bermata

Analisis Kesehatan Masyarakat dan Kesehatan Lingkungan

Kesehatan masyarakat adalah kondisi ketahanan fisik dan psikis dari suatu komunitas di daerah tertentu yang merupakan implementasi dan interaksi antara perilaku yang merupakan cermin dan kebiasaan hidup, dengan kualitas kesehatan lingkungannya.

Kesehatan lingkungan adalah kondisi kualitas berbagai media lingkungan (air, udara, tanah, makanan, manusia, vektor penyakit) yang tercermin dalam sifat fisik, biologis dan kimia dan kualitas parameter-parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat.

Untuk menggambarkan potensi besarnya dampak dan keterkaitan (asosiasi) antara parameter lingkungan dengan masyarakat yang terpajan, dapat dipergunakan pendekatan Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan, yang menggambarkan kondisi pengukuran pada:

1. Sumber, emisi/ambien,
2. Masyarakat terpajan (biomarker), dan
3. Dampak interaksi (prevalensi dan insidensi penyakit, kejadian keracunan, dan kecelakaan).

Dalam Analisis Mengenai Dampak lingkungan (AMDAL), terdapat dua komponen pokok yang tidak terpisahkan berkaitan dengan kajian aspek kesehatan masyarakat, yaitu analisis terhadap potensi besarnya dampak, dan pengelolaan dampak.

Dua komponen pokok tersebut mencakup berbagai metoda, model pendekatan seperti epidemiologi, keselamatan dan kesehatan kerja (K3), higiene, dan sanitasi, kinerja laboratorium, serta kajian komunikasi massa untuk diseminasi informasi.

Untuk memberikan panduan sebagai arahan dalam melakukan studi guna mengkaji aspek kesehatan masyarakat dalam penyusunan AMDAL, maka diperlukan kajian aspek kesehatan

Analisis Dampak Pencemaran Air oleh Kegiatan Industri

Fenomena Perairan Tambak dan Pencemar Khlorin

Perairan tambak merupakan jenis perairan tertutup yang menggenang yang dibatasi oleh pematang lahan petakan tambak, sehingga ditinjau dari dinamika perairan relatif bersifat statis dan kualitas perairannya sangat tergantung dari pengaruh atau perlakuan dari luar.

Ekosistem lingkungan yang terbentuk di dalam perairan tambak dapat dikategorikan sebagai ekosistem yang tidak dapat mengontrol keseimbangan dan kestabilan perairan tersebut oleh dirinya sendirinya sebagaimana yang terjadi pada ekosistem perairan yang bersifat alami dan terbuka. Suatu ekosistem perairan yang selalu terjaga dalam keseimbangan dan kestabilan ekosistem lingkungannya merupakan suatu wilayah perairan yang dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi komunitas organisme yang hidup di dalamnya.

Keseimbangan ekosistem perairan dapat dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu unsur-unsur penyusunnya yang terdiri atas komposisi yang ideal ditinjau dari segi jenis dan fungsinya yang membentuk suatu rantai makanan di dalam perairan tersebut. Faktor lainnya yang menentukan keseimbangan ekosistem perairan adalah proses-proses yang terjadi di dalamnya, baik yang bersifat biologi, kimia dan fisika yang berlangsung dalam kondisi ideal dan memberikan pengaruh yang tidak membahayakan bagi kehidupan organisme di dalam perairan tersebut.

Ekosistem perairan yang stabil memiliki kemampuan untuk dapat mempertahankan keseimbangannya dalam

Daftar Pustaka

- Anna Donald, 2009. *Quality of Life*. Clinical Lecturer in Epidemiology, University College, London.
- Basset at all, 1978, *Vogel's, Textbook of Quantitative Inorganic Analysis, Fourth Edition*, El Bsandlogman, London.
- Berkel. 2002. The international handbook on environmental technology management. Edward Elgar Publishing Limited. Cheltenham, UK.
- Canter, L.W. and Hill, LG., 1980, *Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment*. Arbor Science Publisher Inc., Collingswood, USA.
- Clapham, W.B. 1973. *Natural Ecosystem*. McMillan Publishing Co., Inc. New York : viii + 248 hlm.
- Cohen, Joel. 1995. *How Many People Can the Earth Support*. New York: W. W. Norton, 1995.
- Davies, Torrey e Lowe, I. Adam. 1999. *Environmental Implications of the Health Care Service Sector*. Discussion Paper 00-01.
- Denton, D. Keith. 1994. *Enviro-Management*. Prentice Hall, Englewood, New Jersey : xvii + 322 hlm.
- DeSimone and Popoff, 2000. *Eco-efficiency, The Business Link to Suistainable Development*. The MIT Press Cambridge: xv + 280 hlm.
- Djajadiningrat, Surna T., 2001. *Pemikiran Tantangan dan Permasalahan Lingkungan*. Penerbit Studio Tekno Ekonomi ITB-Bandung : xix + 375 hlm.
- Enger, Eldon D. et al. 1998. *Environmental Science, A Study of Interrelationships*. 6th Edition. McGraw-Hill. Boston : xxi + 456 hlm.
- Fiksel, Joseph. 1996. *Design for Environment, Creating Eco-Efficient Products and Processes*. McGraw-Hill. New York : xviii + 513 hlm.
- Graedel & Allenby. 1995. *Industrial Ecology*. AT&T Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey: xix + 412 hlm.

Glosarium

Air limbah	Air limbah adalah sisa air bekas pakai dan/atau sisa air yang telah digunakan untuk suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud air.
Air bersih	Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.
Air minum	Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.
Ambient	Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya.
Baku mutu air limbah	Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan
Baku mutu air	Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air.
Baku mutu udara ambien	Baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien.
Emisi	Emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk

Indeks

Abiotik	15, 16, 21, 28, 30, 32, 48, 52, 125, 287.
Analisis	25, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 41, 42, 48, 54, 58, 62, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 85, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 116, 119, 120, 121, 122, 124, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 146, 148, 149, 156, 157, 160, 174, 181, 191, 192, 198, 199, 202, 206, 216, 225, 226, 228, 231, 232, 233, 236, 237, 241, 244, 250, 256, 257, 258, 262, 263, 265, 268, 270, 271, 273, 300, 308, 309, 310, 322.
Analisis Kualitatif	74, 93, 95, 96, 97.
Analisis Kuantitatif	74, 100, 101.
Air limbah	46, 49, 89, 212, 214, 215, 217, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 227, 254, 256, 277, 295, 305, 306,
Biotik	15, 16, 21, 28, 30, 32, 48, 52, 125, 287.
Ekologi	2, 11, 18, 19, 22, 25, 26, 27, 38, 88, 107, 114, 117, 125, 135, 136, 137, 143, 144, 225, 252, 260, 287.
Ekosistem	1, 6, 7, 14, 18, 20, 21, 22, 26, 27, 29, 52, 66, 69, 72, 88, 108, 109, 110, 114, 115, 125, 126, 127, 147, 194, 195, 239, 244, 253, 271, 272, 273, 274, 276, 287.
Entropy	23, 54, 55, 58, 63, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 85, 86, 88, 91, 92, 107, 122, 124, 135, 136, 137, 142, 153, 156, 298, 326, 327.
Hujan asam	66, 67, 152, 158, 174, 175, 194, 195,
Pemanasan global	60, 158, 159, 174, 177, 178, 194, 195,
Efek gas rumah kaca	177, 178.
Kesehatan masyarakat	22, 23, 24, 25, 36, 45, 47, 66, 67, 74, 85, 87, 102, 103, 104, 105, 119, 120, 121, 125, 126, 132, 135, 167, 263, 264, 265, 266, 268, 270, 320, 326, 327.
Kesehatan lingkungan	2, 9, 36, 37, 47, 66, 67, 74, 82, 87, 88, 102, 103, 104, 119, 121, 125, 128, 132, 153, 157, 174, 197, 198, 263, 265, 266, 268, 270, 325, 326, 327.